**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по УР
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ОПТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА В РАДИОТЕХНИКЕ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия радиоэлектронных устройств и комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 92 | 92 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 7 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по УР
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 84964

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. изучение теоретических основ оптической обработки информации, построения и работы, а также характеристик основных функциональных узлов оптических систем: спектроанализатора, согласованного фильтра, коррелятора, физических основ распространения излучения по оптическому волокну, основных характеристик источников и приемников оптического излучения, принципов построения волоконно-оптических систем передачи информации.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. изучение физических принципов построения и теоретических основ функционирования систем оптической обработки информации.
2. получение необходимых знаний по структурной организации оптических спектроанализаторов пространственного и временного интегрирования, согласованного фильтра, коррелятора.
3. изучение основных характеристик источников и приемников оптического излучения.
4. изучение физических основ распространения излучения по оптическому волокну.
5. изучение принципов построения волоконно-оптических систем передачи информации.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.01.01.06.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 84964

| | | |
|---|---|---|
| ПК-3. Способен исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения | ПК-3.1. Знает принципы исследования и эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения | Знает принципы построения физических и математических моделей модулей, узлов, блоков оптических устройств |
| | ПК-3.2. Умеет исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения | Умеет исследовать, эксплуатировать оптические устройства обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения |
| | ПК-3.3. Владеет методами исследования и способами эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения | Владеет навыками компьютерного моделирования и способами эксплуатации оптических устройств обеспечивающих передачу, обработку и прием информации о сетям связи различного назначения |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 7 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 52 | 52 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 92 | 92 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 48 | 48 |
| Выполнение расчетной / расчетно-графической работы | 6 | 6 |
| Подготовка к тестированию | 16 | 16 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 22 | 22 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

Согласована на портале № 84964

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | | | |
| 1 Многоволновые оптические системы связи | 3 | 6 | - | 10 | 19 | ПК-3 |
| 2 Методы и основные виды протоколов передачи информационных потоков | 3 | 6 | - | 10 | 19 | ПК-3 |
| 3 Аппаратура цифровой иерархии одноволновых ВОСП | 2 | - | - | 8 | 10 | ПК-3 |
| 4 Повышение пропускной способности линии связи | 2 | - | - | 8 | 10 | ПК-3 |
| 5 Оптические сети доступа | 2 | - | - | 10 | 12 | ПК-3 |
| 6 Тестирование и мониторинг ВОСП | 2 | 6 | 12 | 18 | 38 | ПК-3 |
| 7 Мультиплексорное и усилительное оборудование ВОСП | 2 | - | 4 | 20 | 26 | ПК-3 |
| 8 Пассивные оптические элементы ВОЛС | 2 | - | - | 8 | 10 | ПК-3 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 16 | 92 | 144 | |
| Итого | 18 | 18 | 16 | 92 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 1 Многоволновые оптические системы связи | Структура многоволновых оптических систем связи | 3 | ПК-3 |
| | Итого | 3 | |
| 2 Методы и основные виды протоколов передачи информационных потоков | Характеристики современных видов услуг. Методы передачи информации. Параметры и конфигурации одноволновых ВОСП-СЦИ | 3 | ПК-3 |
| | Итого | 3 | |
| 3 Аппаратура цифровой иерархии одноволновых ВОСП | Аппаратура ВОСП для разных иерархий | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Повышение пропускной способности линии связи | Методы повышения пропускной способности линии связи (TDM, FDM, MDM, PDM, WDM, OTDM) | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 84964

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Оптические сети доступа | Использование технологий WDM в оптических сетях доступа. Общие характеристики оптических аналоговых систем | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Тестирование и мониторинг ВОСП | Тестирование и мониторинг различных типов ВОСП. Измерение системного параметра ВОСП-СР - Q-фактор. Метод непрерывного контроля ВОСП. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Мультиплексорное и усилительное оборудование ВОСП | Основные технические параметры и характеристики EDFA. Математическая модель многоволнового EDFA. Оптические мультиплексоры разных типов. Принцип действия и структура мультиплексора. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Пассивные оптические элементы ВОЛС | Волоконно-оптические усилители, разветвители и переключатели. Оптические изолятор и циркуляторы. Электрооптические модуляторы. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 1 Многоволновые оптические системы связи | Одномерное и двумерное преобразование Фурье в оптической системе | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 2 Методы и основные виды протоколов передачи информационных потоков | Оптическая фильтрация (ФНЧ,ФВЧ, гребенчатые фильтры) | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Тестирование и мониторинг ВОСП | Акустооптическая ячейка как элемент ввода радиосигналов в оптический сигнальный процессор | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Согласована на портале № 84964

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 6 Тестирование и мониторинг ВОСП | Компьютерное исследование оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров и фильтров фабри-перо | 6 | ПК-3 |
| | Компьютерное исследование оптического демультиплексора на основе наложенных голограмм в фотополимерном материале | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 12 | |
| 7 Мультиплексорное и усилительное оборудование ВОСП | Компьютерное исследование многоволновых эрбиевых волоконно-оптических усилителей | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| 1 Многоволновые оптические системы связи | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение расчетной / расчетно-графической работы | 2 | ПК-3 | Расчетная / расчетно-графическая работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 2 Методы и основные виды протоколов передачи информационных потоков | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение расчетной / расчетно-графической работы | 2 | ПК-3 | Расчетная / расчетно-графическая работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |

Согласована на портале № 84964

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Аппаратура цифровой иерархии одноволновых ВОСП | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 4 Повышение пропускной способности линии связи | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 5 Оптические сети доступа | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение расчетной / расчетно-графической работы | 2 | ПК-3 | Расчетная / расчетно-графическая работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 6 Тестирование и мониторинг ВОСП | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 10 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Итого | 18 | | |
| 7 Мультиплексорное и усилительное оборудование ВОСП | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Итого | 20 | | |
| 8 Пассивные оптические элементы ВОЛС | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| Итого за семестр | | 92 | | |
| Итого | | 92 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 84964

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-3 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Расчетная / расчетно-графическая работа, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 0 | 0 | 30 | 30 |
| Лабораторная работа | 8 | 8 | 6 | 22 |
| Расчетная / расчетно-графическая работа | 6 | 6 | 6 | 18 |
| Тестирование | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Итого максимум за период | 24 | 24 | 52 | 100 |
| Нарастающим итогом | 24 | 48 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Согласована на портале № 84964

### 7.1. Основная литература

1. Шарангович, С. Н. Многоволновые оптические системы связи: Учебное пособие / С. Н. Шарангович. — Томск: ТУСУР, 2022. — 157 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10053.

2. Скляров, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи / О. К. Скляров. — 7-е изд.,стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 268 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/322565#1.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Оптические устройства в радиотехнике : Учебное пособие для вузов / А. Ю. Гринев [и др.] ; ред. В. Н. Ушаков. - М. : Радиотехника, 2005. - 239с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 74 экз.).

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оптические устройства в радиотехнике: учеб. метод. пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов / Шарангович С. Н. — 2022. 40 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10064.

2. Шарангович, С. Н. Многоволновые оптические системы связи. Компьютерный лабораторный практикум: Учебно-методическое пособие / С. Н. Шарангович. — Томск: ТУСУР, 2022. — 158 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10051.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно- вычислительная лаборатория им. Е.С. Коваленко "Лаборатория волоконно-оптических линий связи и измерений": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для

Согласована на портале № 84964

проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 333б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Информационный стенд - 7 шт.;
- Лабораторный стенд "Компоненты волоконно-оптической линии связи";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая линия связи";
- Лабораторный комплекс "Волоконно-оптические системы передачи данных с временным и волновым уплотнением каналов";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая связь";
- Типовой комплект учебного оборудования "Монтаж и эксплуатация волоконно-оптических структурированных кабельных систем";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Reader;
- PTC Mathcad 15;
- Qucs;
- Scilab;
- Компьютерная лабораторная работа Исследование оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров и фильтров Фабри-Перро;
- Компьютерная лабораторная работа Исследование оптических демультиплексоров на основе наложенных голограмм в фотополимерныом материале;
- Компьютерная лабораторная работа Исследование оптического мультиплексора на основе массива планарных волноводов;
- Компьютерная лабораторная работа Компьютерное исследование многоволновых эрбиевых волоконно-оптических усилителей;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебно- вычислительная лаборатория им. Е.С. Коваленко "Лаборатория волоконно-оптических линий связи и измерений": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 333б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Информационный стенд - 7 шт.;
- Лабораторный стенд "Компоненты волоконно-оптической линии связи";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая линия связи";
- Лабораторный комплекс "Волоконно-оптические системы передачи данных с временным и волновым уплотнением каналов";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая связь";
- Типовой комплект учебного оборудования "Монтаж и эксплуатация волоконно-оптических структурированных кабельных систем";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Office 2007;

Согласована на портале № 84964

- PDF-XChange Viewer;
- PTC Mathcad 15;
- Scilab;
- Компьютерная лабораторная работа Исследование оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров и фильтров Фабри-Перро;
- Компьютерная лабораторная работа Исследование оптических демультиплексоров на основе наложенных голограмм в фотополимерныом материале;
- Компьютерная лабораторная работа Исследование оптического мультиплексора на основе массива планарных волноводов;
- Компьютерная лабораторная работа Компьютерное исследование многоволновых эрбиевых волоконно-оптических усилителей;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной

Согласована на портале № 84964

компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Многоволновые оптические системы связи | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Расчетная / расчетно-графическая работа | Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Методы и основные виды протоколов передачи информационных потоков | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Расчетная / расчетно-графическая работа | Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Аппаратура цифровой иерархии одноволновых ВОСП | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Повышение пропускной способности линии связи | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 Оптические сети доступа | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Расчетная / расчетно-графическая работа | Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 6 Тестирование и мониторинг ВОСП | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 7 Мультиплексорное и усилительное оборудование ВОСП | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Согласована на портале № 84964

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 Пассивные оптические элементы ВОЛС | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |

Согласована на портале № 84964

| | |
|---|---|
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Назовите основные достоинства оптических систем
   а) многоканальность
   б) высокое быстродействие
   в) большая информационная емкость
   г) все перечисленные
2. Преимущества Брэгговских модуляторов по сравнению с модуляторами Рамана - Ната
   а) более высокочастотные
   б) перекачка дифрагированной энергии в несколько дифракционных максимумов
   в) позволяют анализировать сигналы на промежуточной частоте, а не на основной
   г) большая интенсивность световых волн
3. Быстродействие АОАС - это время, в течение которого апертура (D) модулятора заполняется
   а) на 80%
   б) на 50%
   в) на 90%
   г) на 60%
4. В АОС динамический диапазон может быть ограничен несколькими причинами. Какими?
   а) оптические шумы лазера
   б) шумы усилителей радиосигнала
   в) шумы всего приемного тракта формирования радиосигналов
   г) Все перечисленные
5. Для описания амплитудной характеристики фотопленки в силу квадратичности фотоприемников используют
   а) Коэффициент пропускания по времени
   б) Коэффициент пропускания по частоте
   в) Коэффициент пропускания по интенсивности
   г) Коэффициент пропускания по уровню сигнала
6. Что характеризует пространственно – частотная характеристика фотопленки?
   а) точность воспроизведения формы сигнала при записи
   б) точность воспроизведения уровня сигнала при записи
   в) точность воспроизведения формы сигнала при воспроизведении
   г) точность воспроизведения уровня сигнала при воспроизведении
7. На каком явлении основан принцип действия акустооптического модулятора?
   а) явление интерференции света на ультразвуковых колебаниях
   б) явление дифракции света на периодических структурах
   в) явление интерференции света на периодических структурах
   г) явление дифракции света на ультразвуковых колебаниях
8. Основное свойство одноканальных АОАС
   а) позволяют определять только спектр анализиуемого сигнала
   б) позволяют обрабатывать сигналы с ФАР
   в) позволяют определять частоту и направление радиоизлучения по отношению к антенной системе
   г) позволяют определять спектр и амплитуду мощности анализируемого сигнала

Согласована на портале № 84964

9. Чем обусловлена материальная дисперсия в ОВ?
   а) различной длиной пути, пробегаемого каждой модой
   б) зависимостью скорости оптического излучения (или показателя преломления вещества) от длины волны
   в) различной поляризацией в волокне
   г) поглощением и рассеянием оптической энергии
10. Какие требования предъявляются к характеристикам ФПУ?
   а) высокая эффективность преобразования оптических сигналов в электрические
   б) высокое быстродействие
   в) низкий уровень шумов, возникающих в процессе демодуляции оптического излучения
   г) все перечисленные

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Оптические методы обработки информации. Достоинства этих методов.
2. Двумерный оптический сигнал, его информационная структура.
3. Скалярная теория дифракции: формула Гюйгенса-Френеля, дифракции Френеля и Фраунгофера.
4. Преобразование световых полей элементами оптических систем.
5. Преобразование Фурье (прямое) в оптической системе.
6. Обратное преобразование Фурье в оптической системе.
7. Операция интегрирования в оптической системе.
8. Операция фильтрации в оптической системе.
9. Операция фильтрации в оптической системе.
10. Вычисление функции свертки в оптической системе.

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ

1. Оптический процессор, осуществляющий прямое преобразование Фурье
2. Оптический процессор, осуществляющий обратное преобразование Фурье
3. Оптический процессор, осуществляющий операцию интегрирования
4. Оптический процессор, осуществляющий фильтрацию оптического сигнала
5. Акустооптическая ячейка как элемент ввода радиосигналов в оптический сигнальный процессор

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Компьютерное исследование оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров и фильтров фабри-перо
2. Компьютерное исследование оптического демультиплексора на основе наложенных голограмм в фотополимерном материале
3. Компьютерное исследование многоволновых эрбиевых волоконно-оптических усилителей

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

Согласована на портале № 84964

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями

Согласована на портале № 84964

здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 84964

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 12 от «22» 10 2025 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Начальник учебного управления | Г.А. Цой | Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Заведующий кафедрой, каф. РСС | А.В. Фатеев | Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d |
| Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Ассистент, каф. СВЧиКР | Д. Растрыгин | Разработано, f37cb48a-2b6a-4c23-8fe6-b08abcbcddf0 |
| Профессор, каф. СВЧиКР | С.Н. Шарангович | Разработано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956 |
| Доцент, каф. СВЧиКР | А.О. Семкин | Разработано, 3edf4c58-eb29-48f4-bbe4-7193bc6b50f7 |

Согласована на портале № 84964